

⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Gebrauchsmuster**
⑩ **DE 298 18 370 U 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
G 01 R 15/20
G 01 R 19/00
H 01 P 3/08

②① Aktenzeichen:	298 18 370.6
⑥⑦ Anmeldetag: aus Patentanmeldung:	12. 1. 98 198 00 806.6
④⑦ Eintragungstag:	21. 1. 99
④③ Bekanntmachung im Patentblatt:	4. 3. 99

⑬ Inhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑤④ Einrichtung zur Messung des in einem Leiter, insbesondere einem Streifenleiter fließenden Stroms, sowie Streifenleiter hierfür

DE 298 18 370 U 1

DE 298 18 370 U 1

14.10.98

1

Beschreibung

Einrichtung zur Messung des in einem Leiter, insbesondere einem Streifenleiter fließenden Stroms, sowie Streifenleiter
5 hierfür

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Messung des in einem Leiter, insbesondere einem Streifenleiter fließenden Stroms, umfassend ein dem Leiter zugeordnetes Sensorelement,
10 welches das in Abhängigkeit des Stromflusses erzeugte Magnetfeld in der Umgeben des Leiters mißt.

Derartige Einrichtungen kommen bekanntermaßen in elektronischen Bauelementen zum Einsatz, beispielsweise in Relais, und
15 dienen dort zur Messung des fließenden Stromes. Zumeist kommen, insbesondere bei Relais, streifenförmige Leiter zum Einsatz. Die Messung erfolgt derart, daß das Sensorelement nahe der Oberfläche des Streifenleiters angeordnet wird. Vom Streifenleiter wird bei Stromfluß ein Magnetfeld erzeugt,
20 welches mittels des Sensorelements meßbar ist. Näherungsweise ergibt sich die Magnetfeldstärke H eines flachen Streifenleiters dicht an dessen Oberseite wie folgt:

$$H \approx I/(2B) = \sigma/2 \text{ [A/m] mit}$$

25

H = Magnetfeldstärke

I = Strom

B = Breite des Streifenleiters

σ = Flächenstromdichte

30

Bei begrenzter Leiterstärke ist die Flächenstromdichte durch die widerstandsbedingte Erwärmung und eingeschränkte Wärmeabfuhr begrenzt. Folglich sind auch der erreichbaren Magnetfeldstärke Grenzen gesetzt. Dies spielt vor allem bei kleinen
35 zu vermessenden Stromstärken eine Rolle, da hier im allgemei-

nen die Leiterstärken sehr klein sind, und folglich auch die Flächenstromdichte gering ist. Infolgedessen sind in vielen Fällen Maßnahmen zur Erhöhung der Feldstärke bei vorgegebenem Strom erforderlich. Hierzu wird vielfach eine Flußführung eingesetzt. Zum Zweck der Feldverstärkung ist der Leiter von einem Flußführungselement umgeben, welches einen Luftspalt aufweist. Der Sensor mißt das im Luftspalt gegebene Feld, welches bedingt durch die Flußführung verstärkt ist. Jedoch sind auch hier Grenzen gegeben. Unter der Annahme eines relativ langen Flußkreises und großer magnetischer Suszeptibilität (> 1000) des Flußführungselements ergibt sich die Magnetfeldstärke im Luftspalt näherungsweise zu:

$$H \approx I/L_1 \text{ [A/m]}, \text{ mit}$$

15

 H_1 = Magnetfeldstärke im Luftspalt

I = Strom

 L_1 = Länge des Luftspalts

Ein Vergleich der obigen Näherungsformeln zeigt, daß eine Feldverstärkung mit dem Flußkreis nur dann vorteilhaft realisierbar ist, wenn die Breite B des Streifenleiters deutlich kleiner als die Spaltbreite L_1 ist. Die kleinstmögliche Spaltbreite ist aber von den Sensorabmessungen bestimmt. Für in einem Gehäuse gekapselte Sensorelemente beträgt sie typischerweise ca. 3 mm. Neben diesen Einschränkungen ist die Flußführung infolge ihrer Komplexität teuer, was sich letztlich nachteilig auf die Kosten des jeweiligen Bauelements auswirkt.

30

Der Erfindung liegt damit das Problem zugrunde, eine einfache Einrichtung anzugeben, mittels welcher auch die Messung sehr kleiner Ströme und damit sehr kleiner Magnetfeldstärken an Leitern, insbesondere an Streifenleitern möglich ist.

35

14.10.98

3

Zur Lösung dieses Problems ist bei einer Einrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Leiter in Form einer wenigstens eine Windung aufweisenden Spule ausgebildet ist, in deren Inneren die Sensoreinrichtung angeordnet ist.

Die erfindungsgemäße Einrichtung macht sich vorteilhaft die Eigenschaften einer Spule im Hinblick auf die Ausbildung ihres Magnetfelds zunutze. Der Leiter weist die Form einer Spule auf, besitzt also wenigstens eine Windung, wobei der Sensor im Inneren, also im Spulenzentrum angeordnet ist und das dort erzeugte Magnetfeld mißt. Dieses ist um so größer, je mehr Windungen vorgesehen sind. Jedoch ergibt sich bereits bei Ausbildung lediglich einer Windung eine beachtliche Feldverstärkung. Die Magnetfeldstärke kann hier näherungsweise angegeben werden zu:

$$H_s \approx (n \cdot 2 \cdot \sigma) / 2 \text{ [A/m] mit}$$

H_s = Magnetfeldstärke im Inneren der Spule,
 n = Windungszahl
 σ = Flächenstromdichte.

Das Feld nimmt also mit wachsender Windungszahl zu, so daß mit besonderem Vorteil eine Anpassung an die tatsächlich gegebenen Verhältnisse derart möglich ist, daß bei extrem geringen Strömen eine Einrichtung mit mehreren Windungen verwendet wird, wohingegen bei etwas größeren zu messenden Strömen entsprechend niedrigere Windungszahlen ausreichen. Ein weiterer beachtlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Einrichtung liegt des weiteren darin, daß relativ schlecht leitende Leiter, insbesondere Streifenleiter wie beispielsweise Fe-Bleche oder Si-Fe-Bleche ohne weiteres verwendet werden können. Bei diesen Leitern besteht das Problem, daß zur Feldverstärkung der Strom nicht beliebig erhöht werden kann, da an-

sonsten die sich aus der Erwärmung ergebenden Nachteile auftreten und die meßbare Magnetfeldstärke sehr klein ist. Die erfindungsgemäße Ausbildung des Leiters in Form einer Spule ermöglicht aber eine hinreichende Feldverstärkung, weshalb
5 auch derartige Leitertypen verwendet werden können.

Als besonders zweckmäßig hat es sich erwiesen, wenn die eine oder mehreren Windungen im wesentlichen in einer Ebene senkrecht zur Spulenachse verlaufen, da es sich bei einer derartigen Windungsanordnung die Felderzeugung noch weiter verbessern läßt. Die Windungen selbst sollten erfindungsgemäß einen möglichst geringen und im wesentlichen konstanten Abstand zueinander aufweisen. Dabei können die Windungen derart angeordnet sein, daß die Spule - gesehen in Richtung der Spulenachse - einen im wesentlichen mehreckigen, insbesondere
10 viereckigen oder einen runden Querschnitt aufweist, wobei jeweils das Sensorelement im Spuleninneren vorgesehen ist.

Um den Einfluß etwaiger externer Störfelder, wie sie z.B. von der Schaltspule eines Relais erzeugt werden können, zu unterbinden, welcher sich nachteilig auf die Messung auswirken kann, sieht eine besonders zweckmäßige Weiterbildung des Erfindungsgedankens vor, daß der Leiter zur Bildung eines Gradiometers derart geführt ist, daß mindestens zwei miteinander
20 verbundene Spulen gebildet sind, in deren Inneren jeweils ein Sensorelement angeordnet ist. Bei dieser erfindungsgemäßen Ausbildung sind also zwei parallele Spulen vorgesehen, die miteinander verbunden sind und jeweils in unterschiedliche Richtungen weisende Felder ausbilden. Etwaige Störfelder, soweit sie homogen sind, haben bei dieser Ausführungsform keinen beachtlichen Einfluß auf die Messung. Die Spulen können
25 erfindungsgemäß nebeneinander- oder übereinanderliegend angeordnet sein. Dabei können in mindestens zwei Spulen Sensorelemente vorgesehen sein, die bei homogenem Meßfeld in ihrem

Vorzeichen unterschiedliche Signale oder Signalbeiträge liefern.

Aus herstellungs- und fertigungstechnischer Sicht hat es sich
5 als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn erfindungsgemäß der
Leiter derart geführt ist, daß an wenigstens einem Ende der
Spule oder der miteinander verbundenen Spulen, eine von die-
ser wegführende Stromzufuhrleitung ausgebildet ist, wobei die
oder beide Stromzufuhrleitungen zweckmäßigerweise unter einem
10 Winkel, insbesondere senkrecht zur Ebene der Spulenebene ver-
laufen. Denn vor allem bei Streifenleitern, die infolge ihrer
Form insoweit nicht ohne weiteres aus der Spulenebene zu Kon-
taktzwecken herausgeführt werden können, ist es vorteilhaft,
wenn direkt ein entsprechender Stromzufuhrleitungsabschnitt
15 vorgesehen ist, wobei dieser auf jeden Fall am inneren Ab-
schnitt der Spule angeordnet sein sollte. Am zweckmäßigsten
ist es jedoch, wenn an beiden Enden entsprechende Abschnitte
vorgesehen sind. Der Leiter selbst kann erfindungsgemäß ein
vorzugsweise einstückiger Leiter sein, wobei die Einrichtung
20 selbstverständlich auch aus normalen Drahtleitern gebildet
sein kann, da sich auch bei diesen die Feldverstärkung errei-
chen läßt.

Sofern die erfindungsgemäße Einrichtung nicht in Form eines
25 Gradiometers ausgebildet ist, kann zur Unterbindung etwaiger
Störfeldeinflüsse eine Abschirmeinrichtung für das oder die
Sensorelemente vorgesehen sein. Diese Abschirmeinrichtung
sollte die Spule(n) zumindest im Bereich des oder der Senso-
relemente umgeben. Die Tatsache, daß bei der erfindungsgemä-
30 ßen Einrichtung das Sensorelement im Inneren der Spule ange-
ordnet ist, läßt diese einfache Abschirmmöglichkeit zu. Die
Spule läßt sich so anordnen, daß es möglich wird, die Spule,
einschließlich die Sensorelemente, von einer einzelnen Ab-
schirmung weitgehend zu umfassen, die nachträglich angebracht
35 wird. Die Abschirmeinrichtung selbst kann erfindungsgemäß ei-

14.10.98

6

ne vorzugsweise lediglich an einer Seite offene Aufnahme aus weichmagnetischem Material, beispielsweise Ni-Fe-Legierung, Perminvar oder aus μ -Metall sein. Die Aufnahme kann dabei einfachst über die Spule samt Sensor geschoben werden, wo-
5 durch die gesamte Montage beträchtlich vereinfacht wird. Die Ausbildung als lediglich an einer Seite offene Aufnahme besitzt ferner den Vorteil, daß eine effizientere Abschirmung als bei mehrseitig offener Struktur erreichbar ist. Für eine besonders wirkungsvolle Abschirmung hat es sich als zweckmä-
10 ßig herausgestellt, wenn die Spule(n) derart ausgebildet und gegebenenfalls bezüglich einander angeordnet, und die Stromzufuhrleitungen derart angeordnet und geführt sind, daß die Spule(n) derart tief in der Abschirmeinrichtung aufgenommen ist oder sind, daß der Abstand des oder der im Inneren der
15 Abschirmeinrichtung aufgenommenen Sensorelemente zur Öffnung der Abschirmeinrichtung größer als der Abstand der Stromzufuhrleitungen in der Öffnung der Abschirmeinrichtung ist.

Neben der Einrichtung selbst betrifft die Erfindung ferner
20 einen Streifenleiter für eine oben beschriebene erfindungsgemäße Einrichtung. Wie bereits beschrieben sollte dieser zumindest einen Stromzufuhrleitungsabschnitt aufweisen. Dabei ist darauf zu achten, daß der Streifenleiter äußerst einfach und effizient in hohen Stückzahlen und unter optimaler Aus-
25 nutzung der Größe des Blechs, aus welchen die Streifenleiter zweckmäßigerweise herausgestanzt werden, ohne allzuviel Verschnitt erfolgen kann. Zur Lösung ist dabei bei einem Streifenleiter vorgesehen, daß er einen länglichen, geradlinigen Spulenabschnitt zur Bildung einer Spule aufweist, an dessen
30 einem Ende einstückig und in einem Winkel zur Längsachse des Spulenabschnitts ein Abschnitt zur Bildung eines Stromzufuhrleiters vorgesehen ist. Der Streifenleiter dieser Ausführungsform weist also im wesentlichen eine L-Form auf. Der ei-
ne Stromzufuhrleiter wird mittels des gewinkelt angeordneten
35 Spulenabschnitts gebildet, den anderen Stromzufuhrleiter

14.10.98

7

stellt das andere Ende des geradlinigen Spulenabschnitts bei dieser einfachsten Ausgestaltung dar. Jedoch kann auch an diesem Ende einstückig und in einem Winkel ein weiterer Abschnitt zur Bildung des zweiten Stromzufuhrleiters vorgesehen
5 sein. Ersichtlich weist der Streifenleiter dieser Ausführungsformen eine Form auf, die es ermöglicht, die aus einem Blech herauszustanzenden Streifenleiter extrem eng nebeneinander zu ordnen, und so die Blechdimension optimal ausnutzen zu können.

10

Alternativ hierzu ist ein zur Ausbildung eines Gradiometers geeigneter Streifenleiter erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß er einen ersten und einen zweiten Spulenabschnitt zur Bildung zweier nebeneinanderliegender Spulen auf-
15 weist, wobei beide Spulenabschnitte im wesentlichen parallel zueinander verlaufen und mittels eines Verbindungsabschnitts an einem ihrer Enden miteinander einstückig verbunden sind. Dieser Streifenleiter weist in seiner einfachsten Ausgestaltung eine im wesentlichen U-förmige Gestalt auf, die die Bil-
20 dung eines Gradiometers zuläßt. Wenngleich hier die Stromzufuhrleitungen von den Enden der Spulenabschnitte selbst gebildet sind, kann am freien Ende des ersten und/oder des zweiten Spulenabschnitts einstückig und in einem Winkel zur Längsachse des ersten und/oder zweiten Spulenabschnitts ein
25 Abschnitt zur Bildung eines Stromzufuhrleiters vorgesehen sein.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiel sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen:
30

Fig. 1 eine perspektivische Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Einrichtung mit einer Spule,

35 Fig. 2 eine Darstellung des Prinzips der Spulenanordnung,

- Fig. 3 eine Aufsicht auf einen abgewickelten Streifenleiter einer ersten Ausführungsform,
- 5 Fig. 4 eine Aufsicht auf einen abgewickelten Streifenleiter einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 5 eine erfindungsgemäße Einrichtung in Form einer Gradiometeranordnung,
- 10 Fig. 6 eine Darstellung des Prinzips der Spulenanordnung bei einem Gradiometer,
- Fig. 7 eine Darstellung eines abgewickelten Streifenleiters einer dritten Ausführungsform,
- 15 Fig. 8 eine Darstellung einer Abwicklung eines Streifenleiters einer vierten Ausführungsform,
- 20 Fig. 9 eine erfindungsgemäße Einrichtung in Form eines Gradiometers nach einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 10 eine Darstellung des abgewickelten Streifenleiters der Einrichtung nach Fig. 9 und
- 25 Fig. 11 eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Einrichtung mit einer Spule mit zugeordneter Abschirmeinrichtung.
- Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Einrichtung 1, bestehend
- 30 aus einem Streifenleiter 2 und einem Sensorelement 3. Der Streifenleiter 2 ist zur Bildung einer Spule, die im gezeigten Ausführungsbeispiel querschnittlich im wesentlichen rechteckig ist, mehrfach unter Bildung mehrerer Windungen 4 gefaltet. Im Inneren der Spule ist das Sensorelement 3 ange-
- 35 ordnet. Dieses dient zum Messen der im Inneren der Spule ge-

gebenen Magnetfeldstärke bei Stromfluß durch den Streifenleiter 2. Bedingt durch die Ausbildung des Streifenleiters 2 in Form der Spule läßt sich das Magnetfeld im Spuleninneren deutlich gegenüber dem Magnetfeld, welches von einem nicht gefalteten Streifenleiter erzeugt wird, erhöhen. Wie Fig. 1 und insbesondere Fig. 2, in der das Prinzip der Spulenanordnung dargestellt ist, zeigen, liegen sämtliche Windungen 4 im Spulenbereich annähernd senkrecht zur Spulenebene 5. Diese übereinandergeordnete Ausgestaltung ist für die Felddausbildung bei Stromfluß (vergleiche die eingezeichneten Flußpfeile in Fig. 2) von Vorteil.

Wie Fig. 1 ferner zeigt, sind am Streifenleiter 2 zwei Stromzufuhrleitungen 6 vorgesehen. Die vom inneren Ende der Spule abgehende Stromzufuhrleitung 6 verläuft dabei im wesentlichen in Richtung der Spulenachse A und wird von einem entsprechenden Abschnitt des einstückigen Streifenleiters 2 gebildet. Der Stromzufuhrleiter am äußeren Spulenende wird vom freien Ende des den Spulenkörper bildenden Streifenabschnitts gebildet, ein entsprechend unter einem Winkel abgehender Abschnitt ist bei dieser Ausführungsform nicht vorgesehen.

Fig. 3 zeigt eine Aufsicht auf einen abgewickelten Streifenleiter 2, wie er sich zur Bildung der Einrichtung 1 eignet. Dieser besteht aus einem länglichen, geradlinigen Spulenabschnitt 7 und einem davon im gezeigten Beispiel rechtwinklig abstehenden Abschnitt 8, welcher den Stromzufuhrleiter 6 bildet. Ersichtlich ist es infolge der im wesentlichen L-förmigen Ausgestaltung des Streifenleiters 2 möglich, bei der Herstellung auf einem Blech die einzelnen Stromleiter extrem eng nebeneinander zu ordnen und so die Blechgröße optimiert ausnutzen zu können.

Eine weitere Ausführungsform eines Streifenleiters, mittels welchem eine erfindungsgemäße Einrichtung hergestellt werden

14.10.99

10

kann, zeigt Fig. 4. Dieser entspricht im wesentlichen dem aus Fig. 3 bekannten Streifenleiter, jedoch weist der Streifenleiter 9 gemäß Fig. 4 an beiden Enden des Spulenabschnitts 10 zwei weitere Abschnitte 11 zur Bildung entsprechender Stromzufuhrleitungen auf. Diese Ausführungsform ermöglicht es, auch am äußeren Ende der Spule einen davon unter einem Winkel abgehenden Stromzufuhrleiter anzuordnen. Dies kann aus kontaktierungstechnischer Sicht von Vorteil sein. Wie auch Fig. 4 ergibt, können die Streifenleiter dieser Ausführungsform auf dem Blech im Rahmen der Herstellung sehr nahe aneinandergeordnet werden.

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung in Form eines Gradiometers. Die gezeigte erfindungsgemäße Einrichtung 12 besteht hier aus zwei Spulen 13, welche mittels eines Verbindungsstückes 14 miteinander verbunden sind. Im Inneren jeder Spule ist jeweils ein Sensorelement 15 angeordnet, wobei Fig. 5 lediglich ein Sensorelement zeigt, die Anordnung ergibt sich aber aus Fig. 6. In Fig. 6 ist in übersichtlicher Form einerseits der Stromfluß durch die beiden Spulen dargestellt, wie auch die Anordnung der einzelnen Windungen 16 der beiden Spulen in im wesentlichen senkrecht zur Spulenachse A verlaufender Lage. Aus der Richtung des Stromflusses durch die beiden Spulen gemäß Fig. 6 ergibt sich, daß einander entgegengesetzt gerichtete Magnetfelder ausgebildet werden. Diese Gradiometeranordnung ist damit relativ unanfällig gegen externe Störfelder, wie sie beispielsweise von der Schaltspule eines Relais oder dergleichen erzeugt werden können. Die beiden Signale der Sensorelemente werden zweckmäßig derart einander überlagert, daß sie sich für homogene äußere Felder aufheben.

Schließlich zeigt Fig. 7 eine erste Ausführungsform eines weiteren Streifenleiters 17, welcher zur Bildung der in Fig. 5 gezeigten Einrichtung 12 verwendet werden kann. Dieser

14.10.98

11

Streifenleiter 17 weist zwei Spulenabschnitte 18 auf, die parallel zueinander verlaufen. An einem Ende sind beide Spulenabschnitte 18 mittels des Verbindungsabschnitts 14 gekoppelt. Auch diese Ausbildung des Streifenleiters läßt eine hohe Integrationsdichte im Herstellungsblech zu.

Eine weitere Ausführungsform eines verwendbaren Streifenleiters zeigt Fig. 8. Der dort gezeigte Streifenleiter 19 besteht ebenfalls aus zwei Spulenabschnitten 20, die mittels eines Verbindungsabschnittes 21 miteinander gekoppelt sind. An den freien Enden der Spulenabschnitte 19 sind aber zwei weitere Abschnitte 22 im wesentlichen rechtwinklig davon abgehend vorgesehen, welche zur Bildung entsprechender Stromzufuhrleitungen, die bei rechtwinkliger Anordnung in Richtung der Spulenachse von den jeweiligen Spulen abgehen, dienen.

Die Fig. 9 und 10 zeigen eine Einrichtung 23 mit zwei übereinanderliegenden Spulen 24, und einen Streifenleiter 25 zur Bildung dieser Einrichtung 23. Der prinzipielle Aufbau der Einrichtung 23 entspricht dem der Einrichtung 12 gemäß Fig. 5, lediglich liegen hier die Spulen 24 übereinander. Der Streifenleiter 25 besteht aus zwei Spulenabschnitten 26, die mittels des Verbindungsabschnitts 14 miteinander verbunden sind. Die Spulenabschnitte laufen hier zwar parallel aber versetzt zueinander. An den Enden können, wenngleich nicht gezeigt, unter einem Winkel abgehende Stromzufuhrleitungen angeformt sein.

Schließlich zeigt Fig. 11 die Anordnung einer Abschirmeinrichtung 27 um eine lediglich eine Spule aufweisende erfindungsgemäße Meßeinrichtung. Mittels dieser Abschirmeinrichtung 27 sind externe Störfelder hinreichend abschirmbar. Die Abschirmeinrichtung 27 ist in Form einer an einem Ende offenen Aufnahme 28 aus weichmagnetischem Material, beispielsweise einer Ni-Fe-Legierung, Perminvar oder μ -Metall ausgeführt.

14.10.98

12

Mit dem offenen Ende 29 kann die Aufnahme 28 in einfacher Weise über die Spulenordnung der erfindungsgemäßen Einrichtung geschoben werden. Die Spulenordnung selbst ist hier etwas länglich ausgeführt, wobei die Sensoreinrichtung 30
5 derart im Spuleninneren angeordnet ist, daß sie vollständig von der Aufnahme 28 umgeben ist.

14.10.98

Schutzansprüche

1. Einrichtung zur Messung des in einem Leiter, insbesondere
einem Streifenleiter fließenden Stroms, umfassend ein dem
5 Leiter zugeordnetes Sensorelement, welches das in Abhängig-
keit des Stromflusses erzeugte Magnetfeld in der Umgebung des
Leiters mißt, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß der Leiter (2) in Form einer wenigstens eine Windung (4)
aufweisenden Spule ausgebildet ist, in deren Inneren die Sen-
10 soreinrichtung (3) angeordnet ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e-
k e n n z e i c h n e t, daß die eine oder mehreren Windun-
gen (4) im wesentlichen in einer Ebene senkrecht zur Spu-
15 lenachse (A) verlaufen.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Windungen (4) einen im
wesentlichen konstanten Abstand zueinander aufweisen.
20
4. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Spule
- gesehen in Richtung der Spulenachse - einen im wesentlichen
mehreckigen, insbesondere viereckigen oder einen runden Quer-
25 schnitt aufweist.
5. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Leiter
zur Bildung eines Gradiometers derart geführt ist, daß minde-
30 stens zwei miteinander verbundene Spulen (13, 24) gebildet
sind, in deren Innern jeweils ein Sensorelement (15) angeord-
net ist.

14.10.98

14

6. Einrichtung nach Anspruch 5, d a d u r c h g e-
k e n n z e i c h n e t, daß die Spulen nebeneinander oder
übereinander angeordnet sind.
- 5 7. Einrichtung nach Anspruch 5 oder 6, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß in mindestens zwei Spulen
Sensorelemente (15) vorgesehen sind, die in ihrem Vorzeichen
unterschiedliche Signale oder Signalbeiträge liefern.
- 10 8. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Leiter
derart geführt ist, daß an wenigstens einem Ende der Spule
oder der miteinander verbundenen mehreren Spulen eine von
dieser oder diesen wegführende Stromzufuhrleitung (6) ausge-
15 bildet ist.
9. Einrichtung nach Anspruch 8, d a d u r c h g e-
k e n n z e i c h n e t, daß die oder beide Stromzufuhrlei-
tungen unter einem Winkel, insbesondere senkrecht zur Ebene
20 der Spule verlaufen.
10. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Leiter
ein Streifenleiter (2, 7, 9, 17, 19, 25) ist.
25
11. Einrichtung nach Anspruch 10, d a d u r c h g e-
k e n n z e i c h n e t, daß der Streifenleiter (2, 7, 9,
17, 19, 25) einstückig ist.
- 30 12. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß eine Ab-
schirmeinrichtung (23) für das oder die Sensorelemente (26)
vorgesehen ist.

14.10.98

15

13. Einrichtung nach Anspruch 12, d a d u r c h g e-
k e n n z e i c h n e t, daß die Abschirmeinrichtung (23)
die Spule(n) zumindest im Bereich des oder der Sensorelemente
(26) umgibt.

5

14. Einrichtung nach Anspruch 12, d a d u r c h g e-
k e n n z e i c h n e t, daß die Abschirmeinrichtung (23)
eine vorzugsweise lediglich an einer Seite offene Aufnahme
(24) aus weichmagnetischem Material ist.

10

15. Einrichtung nach Anspruch 14, d a d u r c h g e-
k e n n z e i c h n e t, daß die Spule(n) derart ausgebil-
det und gegebenenfalls bezüglich einander angeordnet und/oder
die Stromzufuhrleitungen derart angeordnet und geführt sind,
15 daß die Spule(n) derart tief in der Abschirmeinrichtung auf-
genommen ist oder sind, daß der Abstand des oder der im Inne-
ren der Abschirmeinrichtung aufgenommenen Sensorelemente zur
Öffnung der Abschirmeinrichtung größer als der Abstand der
Stromzufuhrleitungen in der Öffnung der Abschirmeinrichtng
20 ist.

16. Streifenleiter für eine Einrichtung nach einem der An-
sprüche 1 bis 15, d a d u r c h g e k e n n z e i c h-
n e t, daß er einen länglichen, im wesentlichen geradlini-
gen Spulenabschnitt (7, 10) zur Bildung einer Spule aufweist,
25 an dessen einem Ende einstückig und in einem Winkel zur
Längsachse des Spulenabschnitts ein Abschnitt (8, 11) zur
Bildung eines Stromzufuhrleiters vorgesehen ist.

30 17. Streifenleiter nach Anspruch 16, d a d u r c h g e-
k e n n z e i c h n e t, daß am anderen Ende des Spulenab-
schnitts (10) einstückig und in einem Winkel zu dessen Längs-
achse ein weiterer Abschnitt (11) zur Bildung eines zweiten
Stromzufuhrleiters vorgesehen ist.

35

14.10.98

16

18. Streifenleiter für eine Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h mindestens zwei längliche und im wesentlichen geradlinige Spulenabschnitte (18) zur Bildung mindestens zweier nebeneinanderliegender oder übereinanderliegende Spulen, wobei die
5 Spulenabschnitte (18, 26) im wesentlichen parallel zueinander verlaufen und mittels eines zwei Spulenabschnitte verbindenden Verbindungsabschnitts (14) an einem ihrer Enden miteinander einstückig verbunden sind.
- 10 19. Streifenleiter nach Anspruch 16, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß am Ende mindestens eines Spulenabschnitts (18) einstückig und in einem Winkel zur Längsachse des Spulenabschnitts (18) ein Abschnitt (22) zur Bildung eines Stromzufuhrleiters vorgesehen ist.
15
20. Streifenleiter nach einem der Ansprüche 16 bis 19, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß er in einem Stanzverfahren hergestellt ist.

14. 10. 98

1/4

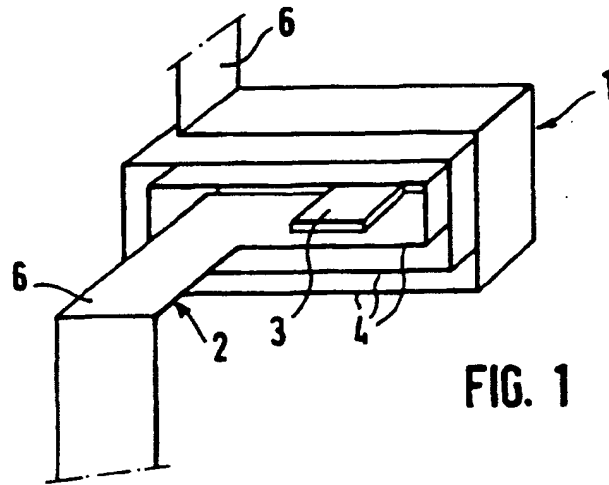


FIG. 1

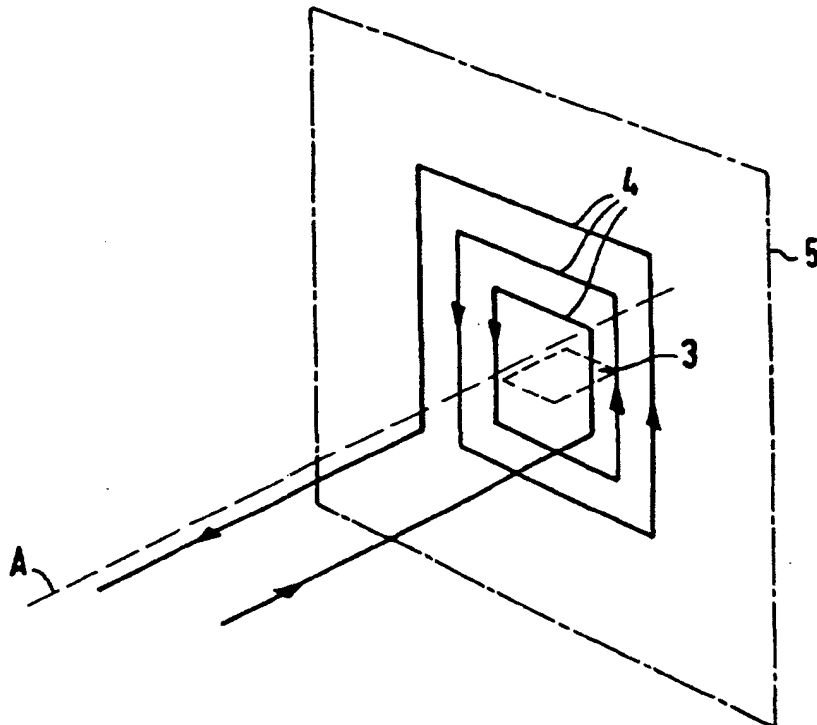


FIG. 2

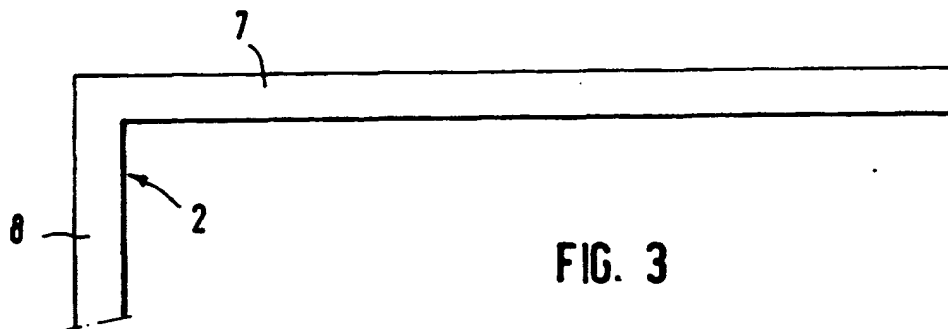


FIG. 3

14.10.98

2/4

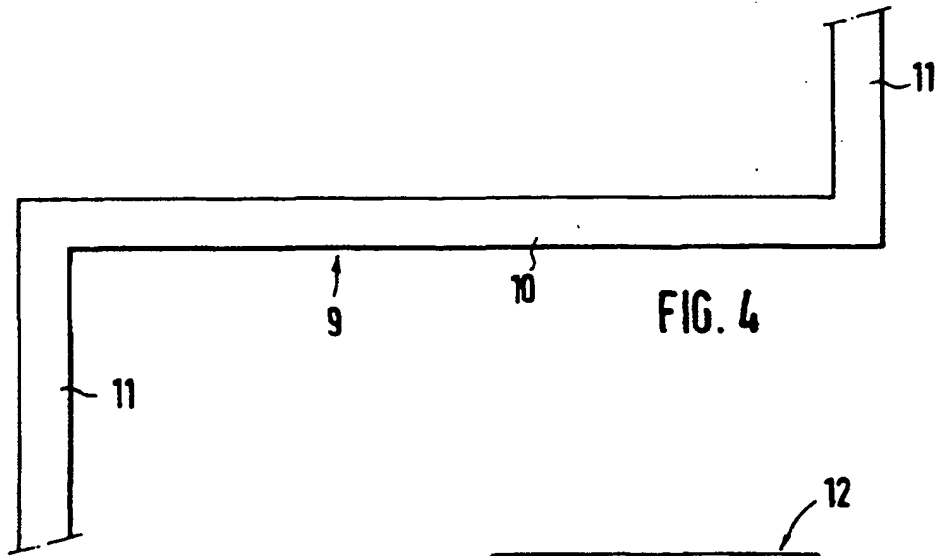


FIG. 4

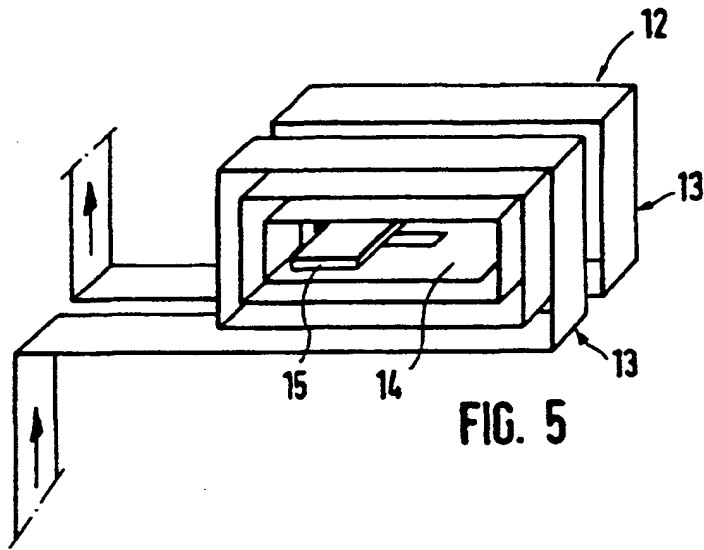


FIG. 5

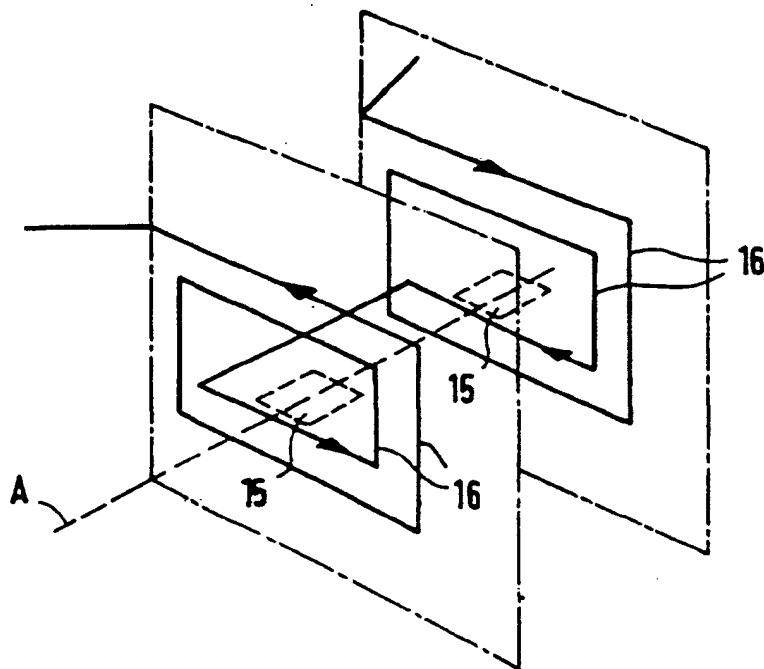


FIG. 6

14.10.98

3/4

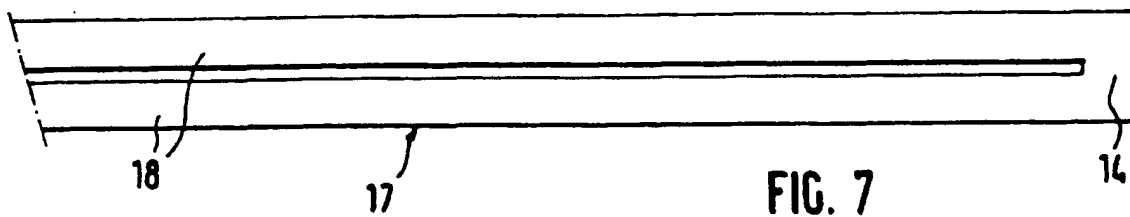


FIG. 7

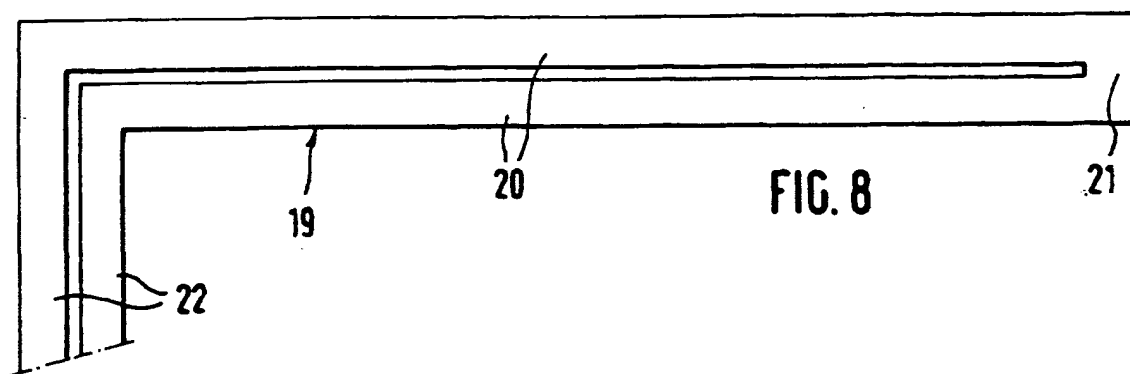


FIG. 8

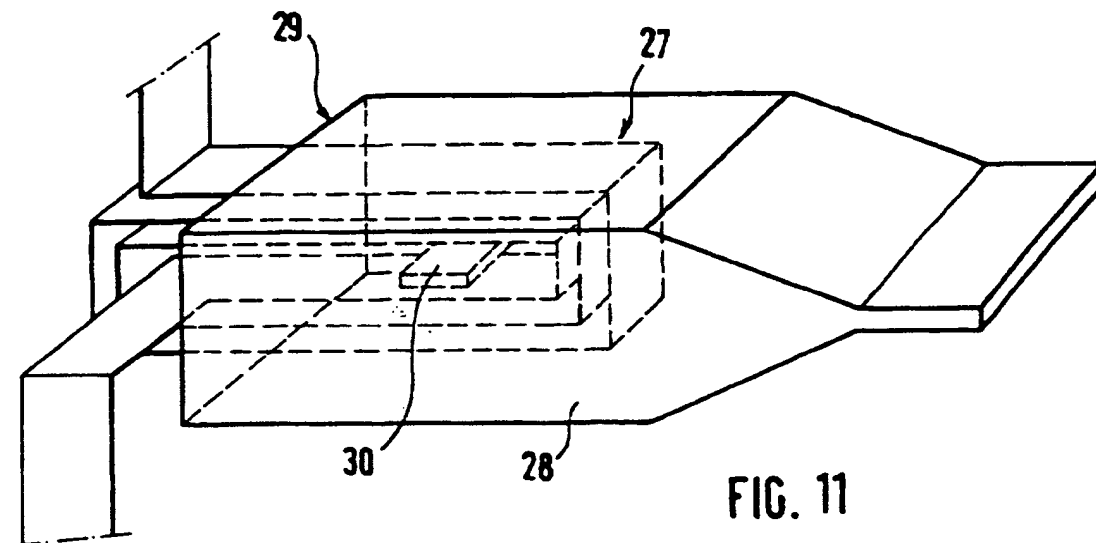


FIG. 11

14.10.98

4/4

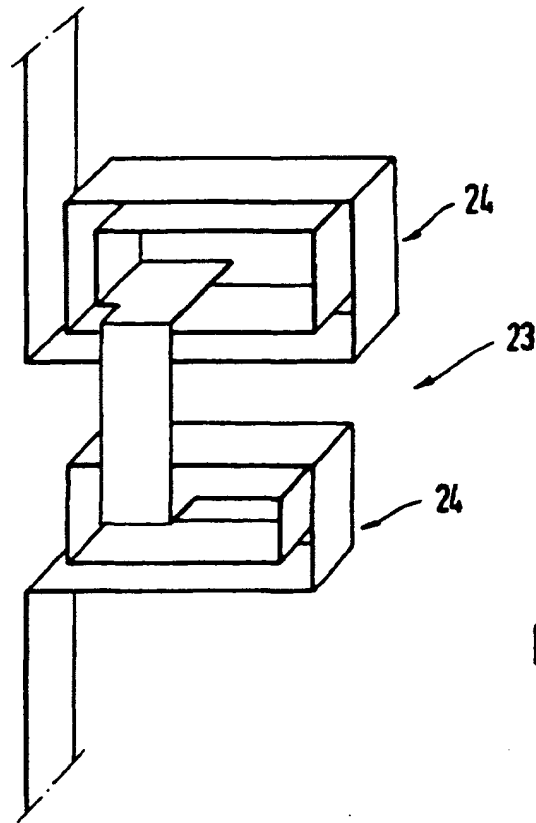


FIG. 9

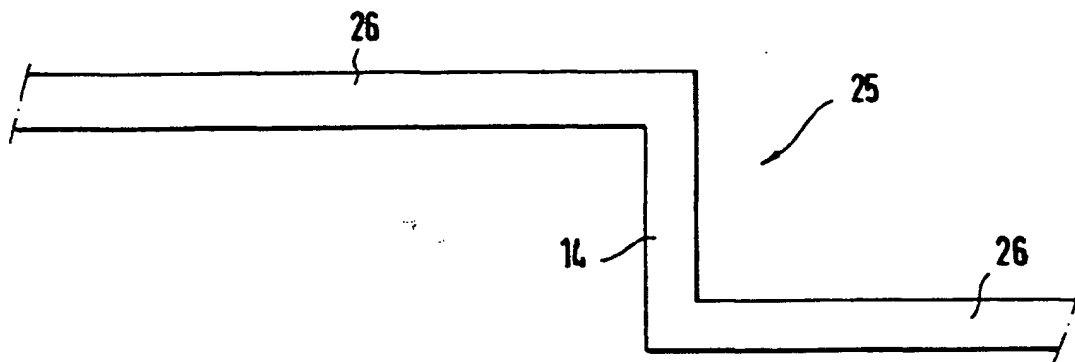


FIG. 10